

Aus dem Institut und der Poliklinik für Nuklearmedizin
der Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Professor Dr. F. Wolf

PERFUSIONSSZINTIGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN DES MYOKARDS NACH KORONARCHIRURGISCHEN EINGRIFFEN

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Kollappallil Velayudhan Gopinathan

aus South Aryad/Alleppey, Indien



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546220_0012

Aus dem Institut und der Poliklinik für Nuklearmedizin
der Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Professor Dr. F. Wolf

PERFUSIONSSZINTIGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN DES MYOKARDS NACH KORONARCHIRURGISCHEN EINGRIFFEN

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Kollappallil Velayudhan Gopinathan

aus South Aryad/Alleppey, Indien

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. F. Wolf

Tag der mündlichen Prüfung: 19.01.1976

Inhaltsübersicht Seite 1

A. Einleitung	2
B. Krankengut	4
C. Untersuchungstechnik	6
D. Beurteilung des Koronarszintigramms	9
a. Allgemeine Gesichtspunkte	9
b. Normales Koronarszintigramm	11
c. Pathologisches Koronarszintigramm	12
d. Postoperative Verhältnisse	17
E. Ergebnisse	18
F. Besprechung	31
G. Zusammenfassung	37
H. Summary	38
I. Literatur	39

Anhang:

Tabellarische Kasuistik der untersuchten Fälle i-xiv

A. Einleitung

Die von Sones (1959) und Judkins (1967) eröffneten Möglichkeiten der Angiographie in der Darstellung und Beurteilung der makroskopischen Anteile der Herzkranzgefäße haben ihren Wert erwiesen und ihren Platz in der kardiologischen Diagnostik eingenommen (18,26). Die Darstellung und Beurteilung der mikroskopischen Anteile der Herzkranzgefäße dagegen sind heute eine Domäne der von Endo (1970) tierexperimentell eingeleiteten Perfusionsszintigraphie des Myokards (7).

Die Untersuchung des Pulmonalkreislaufs mittels intravenös injizierter radioaktiv markierter Eiweißteilchen durch Tavlin (1964) und Wagner (1964) hatte bereits die szintigraphische Darstellbarkeit und nuklearmedizinische Erfassbarkeit kapillarer Versorgungsgebiete grundsätzlich demonstriert (28,29).

Die isolierte Darstellung des zugehörigen Kapillargebiets einer beliebigen Arterie erfordert jedoch die unmittelbare Einbringung der markierten Makroaggregate in die betreffende Arterie. Die selektive Katheterisierung der Koronararterien (3,18,26) ist daher Voraussetzung für die regionale Perfusionsszintigraphie des Myokards.

Ashburn (1970,1971), Endo (1970) und mit 61 Untersuchungen Wolf (1971) stellten die Risikolosigkeit und Praktika-

bilität der koronarographischen Myokardszintigraphie unter Beweis (1,2,7,31). In den folgenden Jahren leisteten neben den genannten Autoren mehrere Forschergruppen weitere Beiträge zur szintigraphischen Diagnostik der Myokardperfusion (8,9,10,11,12,19,30).

Die simultane getrennte Darstellung der Kapillarbereiche beider Koronararterien erfordert die selektive Injektion zweier energetisch trennbarer Nuklide. Die einzzeitigeseitengetrennte Perfusionsszintigraphie beider koronarer Versorgungsbereiche wurde erstmals von Wolf (1971) unter Verwendung von ^{131}J -MAA und $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Mikrosphären durchgeführt (31,32).

Aufgabe der vorliegenden Studie war die Untersuchung der Leistungsfähigkeit der koronarographischen Perfusionsszintigraphie - sowohl in Form der Mononukliduntersuchung als auch in Form der Doppelnuklidszintigraphie der Myokardperfusion - zur postoperativen Bewertung koronarchirurgischer Maßnahmen.

B. Krankengut

Die Arbeit basiert auf 65 Einzeluntersuchungen an 63 Patienten nach chirurgischer Myokardrevaskularisation. Es handelt sich um 62 männliche und eine weibliche Koronarkranke im operationsfähigen Alter, die zwischen Jan. 1974 und Nov. 1975 zur Untersuchung gelangten. Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt des chirurgischen Grundeingriffs lag zwischen 27 und 68 Jahren, mit einem Durchschnitt von 49 Jahren. Die Mehrzahl der Kranken ($n = 49$ bzw. 77,8%) befand sich zwischen dem 40. und dem 60. Lebensjahr. Der zeitliche Abstand zwischen der Operation und der postoperativen Szintigraphie streute zwischen 8 und 1615 Tagen. Die überwiegende Mehrzahl der Patienten konnte bereits innerhalb der ersten 30 Tage nach Operation untersucht werden, sodaß zwischen einer Kurzzeitgruppe ($n = 42$ bzw. 66,6%) mit einem postoperativen Intervall von durchschnittlich 17 Tagen und einer Langzeitgruppe ($n = 21$ bzw. 33,3%) mit 329 Tagen zu unterscheiden ist.

Das Krankengut läßt sich nach Art des operativen Grundeingriffs (Tab. 1) zunächst in zwei Gruppen einteilen: $n = 58$ Patienten mit aortokoronarem Venen-Bypass, und $n = 5$ mit Implantation der A. mammaria interna nach Vineberg. Die 58 Fälle von aortokoronarem Bypass setzen sich zusammen aus $n = 11$ (17,5%) Venentransplantat im Bereich der rech-

ten Koronararterie, n = 35 (55,5%) Venentransplantat im Bereich der linken Koronararterie, und n = 12 (19,0%) Mehrfachtransplantate im Bereich beider Koronararterien. Bei den Operationen nach Vineberg (n = 5 bzw. 7,9%) handelte es sich in allen Fällen um eine Implantation der A. mammaria interna in die linke Ventrikelwand.

Tabelle 1. Patientengut (n = 63) geordnet nach Art des operativen Eingriffs.

Art der Operation	Zahl d. Pat.	Anteil
Aortokoronarer Venen-Bypass	58	92,1%
im Bereich der rechten KA	11	17,5%
im Bereich der linken KA	32	55,5%
im Bereich beider KA	12	19,0%
A.-mammaria-Impl. nach Vineberg	5	7,9%

Geordnet nach Art des Untersuchungsverfahrens zerfällt das Material in n = 49 Einzelnukliduntersuchungen mit isolierter oder mehrfacher Füllung, und n = 16 Doppelnukliduntersuchungen, wobei 2 sowohl prä- als auch postoperativ untersucht und 5 zusätzlich mit 201-Thallium untersuchter Fälle entsprechend zu berücksichtigen sind (Tab. 2). Die Doppelnukliduntersuchungen stellen nach dem bisherigen Stand der Literatur die erste postoperative Auswertung von einzzeitig seitengetreunten Perfusionsszintigrammen der koronaren Versorgungsbereiche dar.

Tabelle 2. Untersuchungsgut (n = 65) geordnet nach Art der Untersuchung

Perfusionsszintigraphie	Pat. prä-	u. postop.	201-Tl
Einzelnukliduntersuchungen	49	--	5
Doppelnukliduntersuchungen	16	2	--

C. Untersuchungstechnik

Zunächst erfolgt stets die selektive Angiographie der makroskopischen Anteile der koronaren bzw. revaskularisierenden Gefäße durch selektiven Katheterismus nach Sones oder Judkins. Im Anschluß daran wird am Röntgenbildverstärker mit Hilfe einer kleinen Kontrastmittelmenge die zweckdienliche Lage des Katheters im Eingang des gewählten Gefäßes überprüft. Dann erfolgt die langsam druckarme Einspritzung der Testsubstanz durch den Katheter. Dabei werden bei der Einzelnukliduntersuchung ^{131}J -Makroalbuminaggregate oder $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Mikrosphären, bei der Doppelnukliduntersuchung beide Präparate selektiv injiziert. Verwendet werden Dosen von 200 - 400 μCi ^{131}J -MAA und/oder 0,5 - 1,5 mCi $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Mikrosphären in je 5,0 ml physiologischer Kochsalzlösung.

Die benutzten Partikel sind angenähert sphärische Teilchen von 10 - 50 μm Größe. Ihr Durchmesser ist somit größer als der mittlere Durchmesser der Kapillaren, so daß sie in diesen vorübergehend fixiert werden. Es kommt zu einer Embolisierung einzelner Kapillaren durch die Teilchen, direkt proportional der Blutverteilung im Versorgungsgebiet. Die verabreichte Dosis enthält bis zu 2,0 mg Albuminpartikeln. Nach den Untersuchungen von Schäfer (1970) wird durch diese Substanzmenge jede 20000.

bis 10000. Kapillare embolisiert, was einer Reduktion der kapillaren Strombahn um 0,05 - 0,10% gleichkommt (24).

Eine sorgfältige chemische Präparation der Testsubstanz ist von erheblicher Bedeutung, da eine unzulängliche Zubereitung - insbesondere bei höherem Anteil freien Per-technetats - eine störende Überlagerung des Zielgebiets durch extramyokardiale Aktivität zur Folge hat. Dies ist besonders dann der Fall, wenn bei Injektion ein Teil der Testsubstanz das gewählte Gefäß rückläufig verläßt, während bei guter Präparation eine Fixation dieser Aktivität in der Kreislaufperipherie erfolgt.

Am vorliegenden Material wurde die Szintigraphie innerhalb der ersten Stunde nach Injektion begonnen, da der Transport des Patienten vom Katheter-Labor zu den nuklearmedizinischen Untersuchungsräumen und andere äußere Faktoren eine entsprechende Zeit in Anspruch nahmen. Die zur Untersuchung insgesamt zur Verfügung stehende Zeitspanne ist jedoch, entsprechend den effektiven Halbwertszeiten der verwendeten Testsubstanzen, länger.

Die Untersuchung erfolgte stets am liegenden Patienten. Dies sollte einerseits die Belastung des Kranken möglichst gering halten, andererseits die Qualität der szintigraphischen Abbildung sichern. Das Zielorgan wurde jeweils orthograd eingestellt und die Position des Patienten durch Polsterung und ähnliche Maßnahmen stabilisiert.

Die Registrierung wurde, wenn möglich, mindestens in drei Projektionsebenen vorgenommen: von sagittal ventral, von links schräg ventral (2. schräger Durchmesser) und von links lateral. Auf weitere Projektionen wurde wegen der dabei unbefriedigenden Abbildungsqualität und der höchstens unerheblichen zusätzlichen Informationsausbeute meistens verzichtet. Die gewählten Projektionsebenen erwiesen sich im Hinblick auf den Herzsitus und den Detektionsbedingungen als die günstigsten und ergiebigsten. Die orientierenden Assimilationsstudien mit ^{201}Tl -Thalliumchlorid wurden ebenfalls an der Camera durchgeführt, wobei ab der 30. Min. nach intravenöser Verabreichung von 1,0 - 1,5 mCi ^{201}Tl mindestens in sagittal ventraler, links schräg ventraler und links lateraler Projektion 10minütige Summationsbilder dokumentiert wurden. Grundlage der metabolischen Myokardszintigraphie mit ^{201}Tl ist, daß Thallium, ähnlich wie Caesium, kompetitiv gegenüber Kalium von vitalen, nicht aber von zerstörten Herzmuskelzellen in ihren Stoffwechsel einbezogen wird (4,5,6,19,21,22).

D. Beurteilung des Koronarszintigramms

a. Die allgemeinen Gesichtspunkte der direkten Darstellung und Beurteilung myokardialer Perfusionsverhältnisse gelten auch postoperativ. Die besonderen Aspekte der Beurteilung nach koronarchirurgischen Revaskularisationsmaßnahmen ergeben sich aus der Notwendigkeit einer Bewertung des funktionellen Operationserfolgs.

Für die Interpretation myokardialer Perfusionsszintigramme ist die Berücksichtigung einer Reihe von relevanten Faktoren unerlässlich:

1. Die Flächenausdehnung der beiden koronaren Kapillargebiete unter Berücksichtigung ihrer breiten anatomischen Variationen in Abhängigkeit vom koronaren Versorgungstyp: Grosse Bezirke des Kapillarbettes der Myokardhinterwand und des interventrikulären Septums können entweder der rechten oder der linken Koronararterie zugeordnet sein, je nachdem um welchen Versorgungstyp es sich handelt (20, 25). Die normalen Perfusionsszintigramme der beiden koronaren Kapillargebiete sind dementsprechend einer erheblichen Variabilität unterworfen. Aus diesem Grunde ist die koronarographische Information über den jeweiligen Versorgungstyp unentbehrlich für die Interpretation des myokardialen Perfusionsszintigramms.

2. Die Tiefenausdehnung der koronaren Kapillarbereiche in Abhängigkeit von den regionalen Dickenunterschieden der Myokardwand: Die Vorhofwände besitzen nur etwa ein Achtel, die Wand der rechten Kammer knapp die Hälfte der Dicke der linksventrikulären Myokardwand. Die Wand der linken Kammer ist im Bereich der Herzspitze um gut die Hälfte dünner als in ihren übrigen Anteilen. Diese apikale Wandverdünnung wird oft als Minderperfusion fehlgedeutet, worauf bereits früher hingewiesen wurde (32).

3. Die Verteilung des subepikardialen Fettgewebes: Die Fettansammlungen im Bereich des Sulcus interventricularis anterior und über der Herzspitze bedingen eine Strahlenabsorption, die besonders bei adipösen Patienten und Verwendung von ^{99m}Tc signifikant sein kann. Gerade im apikalen Bereich kann hierdurch in Verbindung mit der Wandverdünnung ein Perfusionsdefekt vorgetäuscht werden.

4. Aspekte der intrakoronaren Injektion: Die intrakoronare Injektion der Testsubstanz erfolgt unter Umständen mit einem gegenüber dem physiologischen Perfusionsdruck zusätzlichen Druckgradienten, sodaß es zu einer überschüssigen Erfassung noch erhaltener Versorgungsgebiete kommen kann (34). Im koronaren Perfusionsszintigramm ist daher eine Darstellung nicht nur tatsächlich funktionierender, sondern auch potentiell funktionsfähiger Kapillarbezirke möglich. In derartigen Fällen entspräche die

szintigraphische Darstellung einer "persistierenden" Partikelfixationsminderung - Partikelraffungsminderung - unter Umständen einer Unterschätzung der vorliegenden Perfusionsminderung.

b. Das normale koronare Perfusionsszintigramm: Das normale linkskoronare Perfusionsszintigramm zeigt sich in sagittal ventraler Projektion als eine nahezu herzachsenparallel gelagerte und annähernd ovale oder abgerundet dreieckige Figur mit nach unten gerichteter Spitze (Abb. 1a). Dieses schräg ovale Sagittalbild reflektiert hauptsächlich das Kapillargebiet des R. interventr. (descendens) ant., im kranialen Bereich auch Teile des Kapillargebiets des R. circumfl. sin. Die links schräg ventrale Projektion setzt sich zusammen aus nahezu dem gesamten Versorgungsgebiet des R. interventr. ant. und den ventrolateralen Anteilen des Kapillargebiets des R. circumfl. sin. Die links laterale Projektion zeigt neben den lateralen Kapillargebiet des R. interventr. ant. die weiter lateralen und dorsolateralen Versorgungsbezirke des R. circumfl. sin. Die Aktivitätsverteilung ist in allen Projektionen weitgehend gleichmäßig, wobei jedoch im apikalen Bereich die beschriebene niedrige Impulsrate vorliegen kann.

Das normale rechtskoronare Perfusionsszintigramm ist besonders beim normalen (ausgeglichenen) Versorgungstyp eine im Hauptraffungsgebiet grob holzschuhförmige und nahezu

quer gelagerte Figur (Abb. 2a). Sie entspricht hauptsächlich dem Versorgungsgebiet des R. circumfl. dexter bzw. des R. interventr. post. in der dorsodiaphragmalen Myokardwand und dem des R. marginalis dexter. Gleichzeitig gelangen auch die übrigen rechtskoronaren Versorgungsgebiete in verhältnismäßig geringerer Intensität zur Darstellung.

Das normale selektive Doppelnuklidszintigramm der koronaren Perfusion entspricht der Summation des rechts- und linkskoronaren Einzelnuklidszintigramms (Abb. 3). Der entscheidende Vorteil der selektiven koronaren Doppelnuklidszintigraphie liegt darin, daß sie eine klare Abgrenzung individueller Kapillarbereiche und eine sichere Erkennung und Beurteilung anastomotischer Verbindungen und kollateraler Versorgungen ermöglicht und in gewissem Umfang Rückschlüsse auf den jeweiligen koronaren Versorgungstyp erlaubt.

c. Das pathologische koronare Perfusionsszintigramm: Myokardiale Perfusionsstörungen zeigen sich im Szintigramm als diffuse oder umschriebene Partikelfixationsanomalien. Man kann eine fehlende, eine verminderte und eine vermehrte Aktivitätsanreicherung mit jeweils graduellen Abstufungen unterscheiden. Nicht perfundierte Myokardbezirke weisen stets eine fehlende Aktivitätsbelegung auf. Hämodynamisch wirksame Koronareinengungen bedingen Normabweichungen.

chungen des Aktivitätsverteilungsmusters, keine konstante Korrelation besteht zwischen Koronarveränderungen geringen Grades und der Mikrozirkulation.

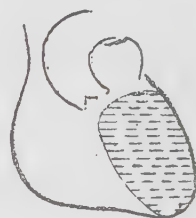
Die perfusionswirksame Stenose des Hauptstammes der linken Koronararterie führt zu einer diffus verminderten Aktivitätsbelegung im gesamten Versorgungsgebiet dieser Arterie (Abb. 1b). Bei der vor Abgang des R. diagonalis lokalisierten proximalen Stenose des R. interventr. ant. ist eine verminderte Aktivitätsanreicherung im Versorgungsgebiet dieses Astes das direkte, eine meist gleichzeitig vorliegende höhere Aktivitätsbelegung im Bereich des R. circumfl. sin. das indirekte Hinweiszeichen (Abb. 1c). Die distale Stenose des R. interventr. ant. zeigt sich im direkten Hinweiszeichen einer verminderten Aktivitätsablagerung in den distalen Kapillarbezirken dieses Astes und im häufig auftretenden indirekten Hinweiszeichen der verhältnismässig hohen Impulsrate im Kapillarbereich des R. circumfl. sin. und des R. diagonalis (Abb. 1d). Nahezu umgekehrte Verhältnisse sind bei der Stenose des R. circumfl. sin. zu beobachten.

Proximale Stenosen der rechten Koronararterie lassen im Szintigramm eine diffuse Minderraffung im ganzen Versorgungsgebiet der Arterie feststellen (Abb. 2b), während bei Stenosen des R. circumfl. dext. neben einer verminderten Partikelfixation im Kapillarbezirk dieses Astes

Abbildung 1. Linkskoronares Perfusionsszintigramm in sagittal ventraler Projektion. Typische normale und pathologische Aktivitätsverteilungsmuster:



a. normale Perfusion



b. hochgr. Stenose des Stammes d. A. coron. sin.

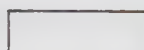


c. proximale Stenose d. R. interventr. ant.



d. distale Stenose d. R. interventr. ant.

Impulsrate:



normal

vermindert

fehlend

vermehrt

Abbildung 2. Rechtskoronares Perfusionsszintigramm in sagittal ventraler Projektion. Typische normale und pathologische Aktivitätsverteilungsmuster:



a. normale Perfusion bei norm. Versorgungstyp



b. hochgr. prox. Stenose der A. coron. dext.



c. proximale Stenose des R. circumfl. sin.



d. distale stenose des R. circumfl. dext.

Impulsrate:



normal



vermindert



fehlend



vermehrte

Abbildung 3. Selektives links- und rechtskoronares Doppelnuklidiszintigramm nach Wolf. Schematische Darstellung des normalen Aktivitätsverteilungsmusters:



Ventrale Projektion

Impulsrate:



normal



vermindert



fehlend



vermehrt

eine relativ höhere Aktivitätsbelegung im Bereich des R. marginalis dext. und gelegentlich sogar des rechten Vorhofs als indirektes Zeichen zur Darstellung kommt (Abb. 2c). Distale Stenosen des R. circumfl. dext. lassen eine normabweichende Aktivitätsanreicherung im Bereich des Sulcus interventr. post. erkennen (Abb. 2d). Die selektive Dornelnuklid-szintigraphie vermag auch und gerade bei pathologischen Perfusionsverhältnissen einen wichtigen Beitrag zur differenzierteren szintigraphischen Diagnostik der Myokardperfusion zu leisten.

d. Postoperative Verhältnisse: Die Prüfung der Durchgängigkeit eines Transplantats bzw. Implantats erfolgt in erster Linie durch die selektive Angiographie, sie wird aber besonders bei höhergradigen Stenosierungen durch die szintigraphische Überprüfung ergänzt. Die primäre Aussage des postoperativen Szintigramms bleibt die Beurteilung der myokardialen Perfusionsverteilung gegenüber dem koronarographisch sich darstellenden Zustand der größeren Gefäße. Darüber hinaus ist eine vergleichende Bewertung des funktionellen Operationserfolgs möglich, soweit auch schon präoperativ eine Perfusions-szintigraphie durchgeführt wurde.

E. E r g e b n i s s e

Bei 45 (entsprechend 69,2%) der untersuchten Patienten zeigte sich eine gute Übereinstimmung zwischen dem angiographischen und dem szintigraphischen Befund. Es wurde in diesen Fällen entweder eine gute Durchgängigkeit des Transplantats bzw. Implantats und eine entsprechend normale Myokardperfusion, oder eine Stenosierung des revaskularisierenden Gefäßes und eine entsprechende Störung der Perfusion festgestellt. In den übrigen 20 Fällen (30,8%) fand sich eine Diskrepanz zwischen dem angiographischen und dem szintigraphischen Befund. Dabei stand entweder die angiographische Feststellung eines gut durchgängigen Transplantats bzw. Implantats einer szintigraphischen Perfusionsabweichung gegenüber (Anh. a, Fall Nr. 2,4,5,9,11,15,23, 29,35,37,38,56,62) oder der angiographische Nachweis einer Stenosierung im Bereich des revaskularisierenden Gefäßes der szintigraphischen Darstellung einer weitgehend normalen Perfusion (Anh. a, Fall Nr. 8,12,17,33,34,50,60). In 3 von 5 Fällen mit Operation nach Vineberg konnte angiographisch kein Anschluß des Implantats an ein Koronargefäß erkannt werden, während szintigraphisch eine Perfusion eines unterschiedlich großen Myokardbezirks und somit ein Anschluß des Implantats an das koronare Kapillarnetz nachzuweisen war (Anh. a, Fall Nr. 12, 34, 60). In einem

Fall wurde ein nicht sicher erkennbarer Anschluß des stenosierten Implantats auf der einen und eine mäßiggradige diffuse Perfusion nahezu der ganzen vorderen und linksseitigen Wand auf der anderen Seite festgestellt (Anh. a, Fall Nr. 8). Nur in einem Fall bestand ein angiographisch erkennbarer Anschluß der implantierten Arterie an ein Koronarast (Anh. a, Fall Nr. 21), bei dem auch eine deutlich erkennbare Perfusion eines größeren Myokardbezirks festgestellt wurde (Tab. 3).

Tabelle 3. Perfusionsszintigraphische Befunde im Vergleich zu angiographischen Befunden

Befund	Zahl d. Unters.	Anteil
Übereinstimmung mit d. angiogr. Befund	45	69,2%
Angiogr. u. szintigr. normal	33	
Ag. u. sz. analog normabweichend	12	
Diskrepanz untersch. Grades zu ag. Bef.	20	30,8%
Ag. normal, sz. normabweichend	13	
Ag. normabweichend, sz. normal	7	

Die Doppelnukliduntersuchungen ermöglichten eine auch gegenüber Einzelnuklid-Mehrfachfüllungen bessere Abgrenzung ausgewählter Kapillarbereiche und eine sichere Erkennung - vielfach auch angiographisch nicht erkannter - Anastomosen und Kollateralen (Tab. 4 u. Anh. b).

Bei den sowohl prä- als auch postoperativ untersuchten Fällen war eine zusätzliche Beurteilung der relativen Perfu-sionsverhältnisse möglich (Tab. 5 u. Anh. c).

Bei den Vergleichsuntersuchungen mit ^{201}Tl -Thalliumchlorid

wurde in 3 von 5 Fällen eine weitgehende Übereinstimmung zwischen dem perfusionsszintigraphischen und dem metabolischen Befund festgestellt, in einem Fall war aufgrund der Wahl der Füllung zur Perfusionsuntersuchung kein sicherer Vergleich möglich, in einem weiteren Fall lag eine Diskrepanz zwischen den Befunden beider Methoden vor (Tab. 6 u. Anh. d).

Neben der primären szintigraphischen Zusatzinformation über die postoperativen Perfusionsverhältnisse ergab sich der Nachweis von angiographisch bzw. ventrikulographisch nicht diagnostizierten anastomotischen oder kollateralen Versorgungen in 11 Fällen und von Herzwandaneurysmen in 4 Fällen (Anh. a).

Tabelle 4. Doppelnukliduntersuchungen

n	Daten d. Pat.	Ag. u. vg. Bef., Füllung	Szintigraph. Befund
1	A.F., ♂, 56J.	Bps. r und d durchgängig., diasthr. Hypokin., 99mTc-Mkrs. in Bps. r, 131J-MAA in Bps. d.	normale Perfusion im Versorgungsbereich d. Transplantate, Bereiche gut abgrenzbar
2	B.H., ♂, 54J.	Bps. d gut durchgängig, Vg. o.B., 99mTc-Mkrs. in re KA, 131J-MAA in Bps. d.	kl. apikaler Perfusionsdefekt, norm. Perf. im Gebiet der re KA, Bereiche gut abgrenzbar
3	H.J., ♂, 56J.	Bps. r durchgängig, Bps. d verschlossen, 99mTc-Mkrs. in Bps. r, 131J-MAA in Bps. d.	normale Perf. im Ber. d. Bps. r, fehlende Partikelfixation im Ber. d. Bps. d
4	J.B., ♂, 51J.	Bps. d gut durchg., Vg. o.B., 99mTc-Mkrs. in re KA, 131J-MAA in Bps. d.	normale Perf. im Ber. der re KA und d. Bps. d, gute Abgrenzbarkeit der Bereiche
5	K.K., ♂, 37J.	Bps. d u. c durchg., Vg. o.B., 99mTc-Mkrs. in Bps. d u. c, 131J-MAA li KA.	norm. Perf. im Ber. d. Transplantate, weitg. norm. Perf. im Ber. d. li KA, weitg. lückenlos
6	K.W., ♂, 40J.	R/D4rIVlIdIIcIII, Vg. o.B., 99mTc-Mkrs. in re KA, 131J-MAA in li KA.	hochgr. diffuse Minderperf. im Gebiet d. re KA, apikaler Defekt, A, K. präoperativ
7	L.M., ♂, 63J.	Bps. d gut durchg., Bps. c stenosierte, 99mTc in Bps. c, c über Anastomosen, 131J-MAA in Bps. d.	norm. Perf. im Ber. d. Bps. d, weitg. normale Perf. im Ber. d. Bps. Ast, 99mTc in Bps. c, c über Anastomosen
8	M.H., ♂, 39J.	Implantat offen, aber Anschluß an ein größeres Koronargefäß, re KA Myokardbezirk, 99mTc-Mkrs in re KA, 131J-MAA in Implant.	diffuse Partikelfixation in einem größeren Bereich, normale Perf. im Gebiet der re KA bei ausgeprägtem Rechtstyp
9	P.W., ♂, 49J.	Bps. d gut durchg., re KA geringgradig stenosierte, 99mTc-Mkrs. in re KA, 131J-MAA in Bps. d.	normale Perfusion im Bereich des Bypass, weitgehend norm. Perf. der re KA, gut abgrenzbare Bereiche

(s. Fortsetzung!)

Tabelle 4. - Fortsetzung -

10 R.W., ♂, 52J.	Bps. d gut durchg., vg. o.B., 99mTc-Mkrs. Bps.d, 131J-MAA in li KA.	normale Perfusion über Bps.d, weitg. norm. Perf. im ü- brigen Ber. d. li KA, A nach rechts
11 S.A., ♂, 56J.	R/D3rIVdIIIcIII, vg. o.B., 99mTc-Mkrs. re KA, 131J-MAA in li KA.	geringgrad. diffuse Minderperf. im Ber. d. li KA, hochgrad. Minderperf. im Ber. d. re KA
12 S.L., ♂, 64J.	Bps. c gut durchg., A, K, vg. o.B., 99mTc-Mkrs. Bps.c, 131J-MAA in li KA.	weitg. norm. Perf. im Ber. d. Transpl., apikaler Defekt, K nach rechts
13 S.M., ♂, 53J.	Bps. d gut durchg., re KA geringgr. ste- nosiert, vg. o.B., 99mTc-Mkrs. in reKA, 131J-MAA in Bps. d.	weitg. norm. Perf. im Ber. d. Bps. d und d. re KA, gute Abgrenzbarkeit der Versorgungsbereiche
14 S.R., ♂, 46J.	Bps. d gut durchg., vg. o.B., 99mTc-Mkrs. Bps.d, 131J-MAA in li KA.	weitg. norm. Perf. im Ber. des Bps. u. der li KA, insges. lückenlose Perf. li
15 S.R., ♂, 61J.	Y-Bps. d+c bd. Sehen- kel gut durchgängig, c diff. re KA o.B., eingeschr. diff. Ventrikelfunktion, Bereich der re KA, 99mTc-Mkrs. re+li KA, 131J-MAA Bps. d+c.	norm. Perf. bei d, bei Minderperf., Minderperf. im Bereich der re KA, A nach rechts
16 W.H., ♂, 54J.	Bps. d gut durchg., vg. o.B., 99mTc-Mkrs. Bps. d, 131J-MAA in li KA.	norm. Perf. im Ber. des Transplantats u. im übrigen Bereich der li KA, A

Abkürzungen: Ag. = Angiographie; Vg. = Ventrikulogra-
phie; Vbg. = Operation nach Vineberg; Bps. = aortoko-
ronarer Venen-Bypass; KA = Koronararterie; r = rechte
Koronararterie; l = linke Koronararterie, Stamm; d = R.
interventr. (descendens) ant.; c = R. circumfl. sin.;
D = diffuse Stenosierung; L = lokalisierte Stenosier-
ung; R = koronarer Rechtsversorgungstyp; L = koronarer
Linksversorgungstyp; N = normaler (ausgeglichener) Ver-
sorgungstyp; I, II, III, IV = Grad der Stenosierung; A =
Anastomose; K = Kollateralen; Bps. r = Bypass zur reKA;
Die ag. Befundformel:
Versorgungstyp / Art der Stenose und Anzahl der betrof-
fenen Arterien, betr. Arterien und Grade der Stenose.

Tabelle 5. Prä- und postoperative Untersuchungen

n	Daten	präoperativer Befund	postoperativer Befund
1	K. W., O,40J.	R/D4rIVIdIIIcIII Vg. unauffällig Sz. hochgrad.diffuse Minderperfusion im Bereich der re KA, apikaler Raffungsde- fekt, A, K	Bps. d angiogr. gut durchgängig, vg. o.B., Sz. geringgrad. apikale Minderperfusion bei ins- gesamt verbesserter Perf. im Versorgungsbe- reich des Bps.d, A, K
2	S. A., O,56J.	R/D3rIVdIIIcIII Vg. unauffällig Sz. hochgrad. Minder- perf. im Ber. d. re KA, geringgrad. Min- derperf. im Bereich d. li KA	Bps. r und d gut durch- gängig, diaphragmale Hypokinesie, Sz. normale Perfusion im Ber. beider Trans- plantate, verbessert gegenüber präoperativ

Tabelle 6. Vergleichsuntersuchungen mit 201-Thallium

n	Daten	perfusionssz. Befund	assimilationssz. Befund
1	B. G., O,57J.	Minderperfusion im Ber. d. R.diagonalis bei norm. Perf. im übrigen Gebiet d. Bps.d	Thalliumminderraffung in den ventrolateralen Partien, Übereinstimmung mit Perfusionsbefund
2	O. R., O,44J.	normale Perf. im Ber. d. Bps.d, Minderperf. im Ber. d. Bps. c	Thalliumminderraffung in der dorsolat. Myokard- wand, Übereinstimmung
3	S. F., O,37J.	hochgrad. apikale Min- derperf. bei sonst normaler Perfusion im Bereich des Bps. d	apikaler Thalliumanrei- cherungsdefekt, weitg. Übereinstimmung mit d. Perfusionsbefund
4	S. K., O,55J.	normale Perfusion im Versorgungsgebiet d. Bps. c und der re KA	apikaler Assimilations- defekt, kein Vergleich möglich, da li KA bzw. R.interventr. ant. nicht gefüllt
5	W. J., O,54J.	mäßiggradige apikale Minderperfusion bei sonst weitg. normaler Perfusion im Versor- gungsbereich d. Bps. d	weitgehend normale Thal- liumanreicherung im ganzen dargestellten Myokard, Diskrepanz ge- genüber Perfusionsbefund

Abkürzungen wie bei Tab. 4

Exemplarische Befunde aus den verschiedenen Gruppen werden nachfolgend kasuistisch vorgestellt:

1. Angiographisch und szintigraphisch normal bzw. analog normabweichend: B. R., O, 39 J., einfacher aortokoronarer Bypass zur rechten Koronararterie (Anh. a, Fall Nr. 6). Angiographisch gute Durchgängigkeit des Transplantats; szintigraphisch normale Perfusion im zugehörigen Versorgungsbereich.- L. H., O, 57 J., doppelter aortokoronarer Bypass zum R. interventr. ant. und zum R. circumfl. sin. (Anh. a, Fall Nr. 30). Angiographisch gute Durchgängigkeit des Bypass zum R. interventr. ant., Bypass zum R. circumfl. sin. verschlossen; szintigraphisch normale Perfusion im zugehörigen Kapillargebiet des Bypass zum R. interventr. ant. und fehlende Perfusion im Versorgungsgebiet des R. circumfl. sin.
2. Angiographisch normal, aber szintigraphisch normabweichend, oder umgekehrt: M. J., O, 48 J., einfacher aortokoronarer Bypass zum R. interventr. ant. (Anh. a, Fall Nr. 35). Angiographisch freie Durchgängigkeit des Transplantats; szintigraphisch mäßiggradige Minderperfusion im Bereich des R. diagonalis bei weitgehend normaler Perfusion im übrigen Versorgungsgebiet des Transplantats.- H. F., O, 50 J., einfacher aortokoronarer Bypass zum R. circumfl. sin. (Anh. a, Fall Nr. 20). Angiographisch ge-

ringgradige Stenose des Transplantats; szintigraphisch lückenlose Perfusion im zugehörigen Kapillarbereich.

3. Befunde bei Patienten mit Implantation der A. mamma-
ria int.: H. J., ♂, 40 J. (Anh. a, Fall Nr. 21). Angio-
graphisch offenes Implantat mit erkennbarem Anschluss
an ein Koronargefäß-Seitenast; szintigraphisch ausge-
prägte Perfusion eines großen Myokardbezirks.- W. G.,
♂, 55 J. (Anh. a, Fall Nr. 60). Angiographisch durch-
gängiges Implantat ohne nachweisbaren Anschluß an ein
Koronargefäß; szintigraphisch weitgehend homogene Per-
fusion eines mittelgroßen Myokardbezirks.

4. Befunde aus der Gruppe der Doppelnukliduntersuchun-
gen: W. H., ♂, 54 J., einfacher aortokoronarer Bypass
zum R. interventr. ant. (Anh. b, Fall Nr. 16). Angio-
graphisch freie Durchgängigkeit des Transplantats; szin-
tigraphisch normale und scharf abgrenzbare Fixation
der durch den Bypass injizierten Mikrosphären, homo-
gene Verteilung der ^{131}J -MAA im übrigen Bereich der
linken Koronararterie, insgesamt lückenlose Perfusion
im linkskoronaren Versorgungsgebiet.- M. H., ♂, 39 J.,
Implantation der A. mamma int. nach Vineberg (Anh.
b, Fall Nr. 8). Angiographisch offenes Implantat ohne
nachweisbaren Anschluß an ein Koronargefäß; szintigra-
phisch diffuse Anreicherung der durch die implantierte
Arterie injizierten ^{131}J -MAA in einem größeren Vorder-
wandbezirk, normale Verteilung der $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Mikrosphären

im rechtskoronaren Bereich mit ausgedehnter Mitversorgung der linksventrikulären Hinterwand bei Rechtsversorgungstyp, gute Abgrenzbarkeit der energetisch differenz dargestelltten Perfusionsbereiche.

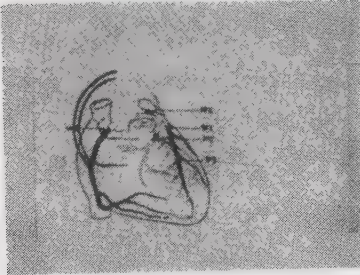
5. Befunde bei prä- und postoperativ untersuchten Patienten: K. W., ♂, 40 J., einfacher aortokoronarer Bypass zum R. interventr. ant. (Anh. c, Fall Nr. 1). Präoperativ: koronarographisch Rechtsversorgungstyp mit diffuser Stenose hohen Grades der rechten Koronararterie und mittleren Grades des R. interventr. ant. und des R. circumfl. sin.; ventrikulographisch unauffällig; szintigraphisch diffuse Minderperfusion im Bereich der rechten Koronararterie und hochgradige apikale Minderperfusion. Postoperativ: angiographisch gute Durchgängigkeit des Transplantats; szintigraphisch mäßiggradige apikale Minderperfusion bei allgemein verbesserter Perfusion im Bereich des Bypass.- S. A., ♂, 56 J., doppelter aortokoronarer Bypass zur rechten Koronararterie und zum R. circumfl. sin. (Anh. c, Fall Nr. 2). Präoperativ: koronarographisch Rechtsversorgungstyp mit diffuser Stenose hohen Grades der rechten Koronararterie und mittleren Grades des R. interventr. ant. und des R. circumfl. sin.; ventrikulographisch unauffällig; szintigraphisch weitgehend lückenlose Myokardperfusion. Postoperativ: angiographisch gute Durchgängigkeit der

beiden Transplantate; diaphragmale Hypokinesie; szintigraphisch lückenlose Perfusion in den Versorgungsbereichen beider Transplantate bei insgesamt verbesserter Partikelfixation.

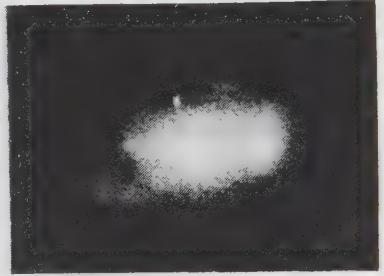
6. Befunde aus der Gruppe der Vergleichsuntersuchungen mit 201-Thallium: O. R., ♂, 44 J., doppelter aortokoronarer Bypass zum R. interventr. ant. und zum R. circumfl. sin. (Anh. d, Fall Nr. 2). Normale Perfusion im zugehörigen Kapillargebiet des Bypass zum R. interv. ant. und diffuse Minderperfusion im Bereich des Bypass zum R. circumfl. sin.; mäßiggradige Minderraffung von Thallium in den dorsolateralen Partien der linksventrikulären Myokardwand; gute Übereinstimmung zwischen dem perfusionsszintigraphischen und dem assimilationsszintigraphischen Befund.- S. F., ♂, 37 J., einfacher aortokoronarer Bypass zum R. interventr. ant. (Anh. d, Fall Nr. 3). Apikale Minderperfusion bei weitgehend normaler Perfusion im restlichen Versorgungsbereich des Transplantats; apikaler Thalliumanreicherungsdefekt bei sonst guter Assimilation; weitgehende Übereinstimmung zwischen dem perfusionsszintigraphischen und dem metabolischen Befund.

Die Abb. 4 - 9 veranschaulichen weitere kasuistische Beispiele.

Abbildung 4. S.W., O, 46J., Zustand nach aortokornarem Venen-Bypass zur rechten Koronararterie. Ag., Vg. u. Sz. 19 Tage nach der Operation: angiographisch Bypass frei durchgängig; ventrikulographisch unauffällig; szintigraphisch proximale und marginale Minderperfusion bei sonst normaler Perfusion im zugehörigen rechtskoronaren Versorgungsbereich bei Rechtsversorgungstyp.



a. selektives Angiogramm des Bypass: schematisch, ap-Projektion.

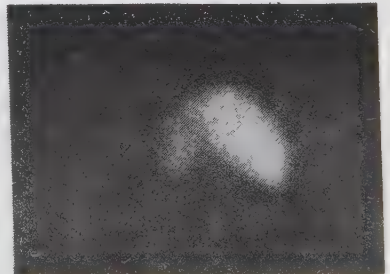


b. selektives Perfusions-szintigramm durch den Bypass: ap-Projektion.

Abbildung 5. B.P., O, 59J., Zustand nach aortokornarem Bypass zum R. interventr. ant. Ag., Vg. und Sz. 19 Tage nach der Operation: angiographisch Bypass offen; ventrikulographisch unauffällig; szintigraphisch apikaler Perfusionsdefekt, Kollateralen nach rechts bis in den Vorhofbereich

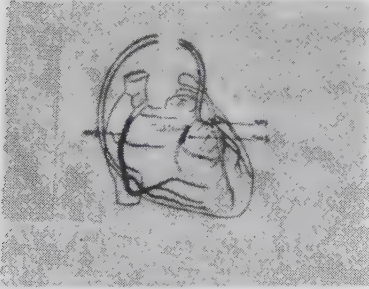


a. selektives Angiogramm des Bypass: schematisch, ap-Projektion.

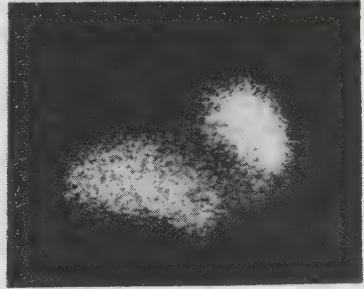


b. selektives Perfusions-szintigramm durch den Bypass: ap-Projektion.

Abbildung 6. S.A., ♂, 56 J., Zustand nach doppeltem aorto-koronarem Venen-Bypass zur rechten Koronararterie und zum R. circumfl. sin. Ag., Vg. und Sz. 324 Tage nach der Operation: angiographisch beide Transplantate offen; ventrikulographisch diaphragmale Akinesie; szintigraphisch weitgehend normale Perfusion im Versorgungsbereich beider Transplantate, ventroapikaler Bereich wegen fehlender Füllung des R. interventr. ant. nicht beurteilbar.

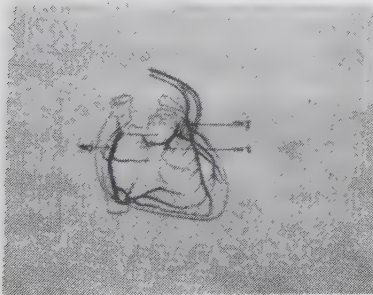


a. selektives Angiogramm der Transplantate: schematisch, ap-Projektion.

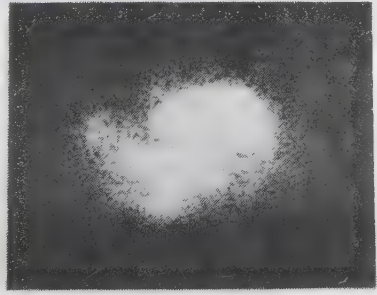


b. selektives Perfusions-szintigramm durch die Transplantate: Mononukliduntersuchung mit doppelter Füllung, ap-Projektion.

Abbildung 7. S.R., ♂, 61 J., Zustand nach einfachem Ypsilon-Bypass zum R. interventr. ant. und R. circumfl. sin. Ag., Vg. und Sz. 15 Tage nach der Operation: angiographisch Bypass in beiden Schenkeln offen; eingeschränkte Ventrikel-funktion; szintigraphisch hochgradige Minderperfusion im Bereich des R. diagonalis, weitgehend normale Perfusion in den übrigen Versorgungsbereichen des Transplantats und der beiden Koronararterien.

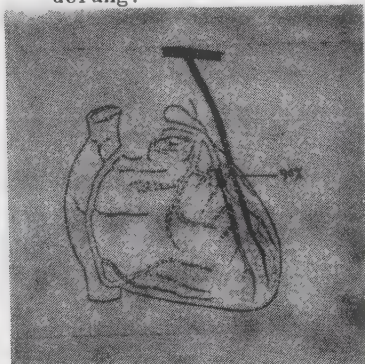


a. selektives Angiogramm des Transplantats: schematisch, ap-Projektion.

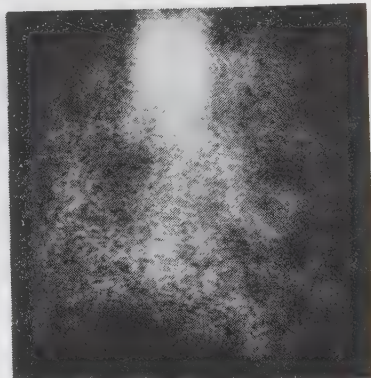


b. selektives Perfusions-szintigramm: Doppelnukliduntersuchung ^{131}I in beide Schenkel des Bypass, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ in beide Koronararterien, ap.

Abbildung 8. D.P., Q, 33J., Zustand nach Implantation der A. mammaria interna nach Vineberg. Ag., Vg. und Sz. 251 Tage nach der Operation: Angiographisch Implantat stenotisiert, Abflußbehinderung; ventrikulographisch unauffällig; szintigraphisch mäßiggradige diffuse Perfusion nahezu der ganzen Vorderwand bei mäßiggradiger Abflußbehinderung.

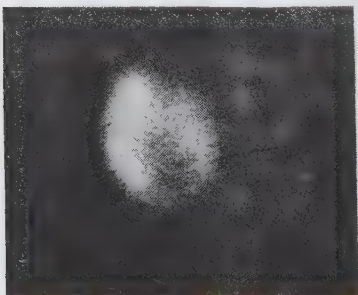


a. selektives Angiogramm des Implantats: schematisch, ap-Projektion.

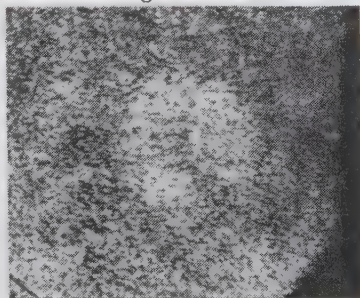


b. selektives Perfusions-szintigramm durch das Implantat: ap-Projektion.

Abbildung 9. S.F., O, 37J., Zustand nach aortokoronarem Bypass zum R. interventr. ant. Ag., Vg. und Perfusionssz. 91 Tage, 201-Thalliumsz. 93 Tage nach der Operation: Angiographisch Bypass offen, aber R. interventr. ant. vor Anastomose stenotisiert; ventrikulographisch unauffällig; perfusionsszintigraphisch apikale Minderperfusion bei normaler Perfusion im übrigen Bereich des Bypass; assimilationsszintigraphisch apikale Minderraffung.



a. Perfusionsszintigramm: links schräg ventrale Proj.



b. 201-Thalliumszintigramm: links schräg ventrale Proj.

F. B e s p r e c h u n g

So wie im Kranzgefäßsystem seine makroskopische und mikroskopische Anteile eine Einheit bilden, ergänzen sich selektive Koronarangiographie und direkte Perfusionsszintigraphie in der Koronardiagnostik, wobei die Funktionsfähigkeit eines Myokardbezirks besonders durch seine Mikrozirkulation bestimmt wird. Es besteht allerdings keine konstante Korrelation oder direkte Proportionalität zwischen einer makroskopischen Koronarstenose geringeren Grades (I - II, auch III) und der mikrozirkulatorischen Flächenbelegung im zugehörigen Myokardbezirk, zumal die Möglichkeit einer kompensatorischen Versorgung im suspekten Kapillarbereich stets gegeben sein kann. Die Angiographie macht unter der Voraussetzung der Verwendung moderner Röntgenbildverstärker Gefäßquerschnitte bis zu 300 μ m Durchmesser sichtbar; die ventrikulographische Diagnostik der Myokardkinetik erlaubt begrenzte Aussagen über regionale Perfu-sionsverhältnisse, besonders ihre anatomischen Folgezustände (Narbe, Aneurysma).

Die selektive koronare Perfusionsszintigraphie erfreut sich als brauchbare Methode zur Darstellung der Myokardperfusion einer wachsenden Beliebtheit.

Bei Koronarkranken ist die komplementäre szintigraphische Untersuchung zur Beurteilung des Umfangs endgültig untergegangener und minderperfundierter Herzmuskelbezirke besonders in der präoperativen Diagnostik von Bedeutung für operative Indikationsstellung, Belastbarkeit und Prognose des Patienten (13,14,16,17,31).

Das Anwendungsgebiet der direkten Myokardszintigraphie wurde von Wolf auf die Erfolgsbewertung koronarchirurgischer Eingriffe ausgedehnt. Die bisherigen Erfahrungsberichte hierzu stammen auch von seiner Arbeitsgruppe (31,32).

Die methodische Besonderheit der direkten Myokardszintigraphie nach koronarchirurgischen Maßnahmen besteht darin, daß die Testsubstanz selektiv durch das Transplantat bzw. Implantat injiziert wird.

Die spezielle diagnostische Aufgabe der postoperativen direkten Myokardszintigraphie ist die Beurteilung der Perfusionswirksamkeit der Revaskularisation, einschließlich der Erkennung kapillarer Neubildungen und anastomotischer und kollateraler Versorgungen. Auch der szintigraphischen Diagnostik von Aneurysmen kommt Bedeutung zu, zumal die Thoraxübersicht nur in 25% das Herzwandaneurysma eindeutig erkennen ließ und für eine bessere Erfassung des Aneurysmas sonst nur die Ventrikulographie mit ihrer Abhängigkeit von der jeweiligen Projektions-

ebene zur Verfügung steht (15). Im vorliegenden Szintigraphischen Untersuchungsgut wurden in einigen Fällen Aneurysmen erfaßt, die ventrikulographisch nicht nachgewiesen worden waren. Beim Herzwandaneurysma liegt ein mehr oder weniger vollständiger Perfusionsausfall eines unscharf abgegrenzten Myokardbezirks vergesellschaftet mit einer Deformierung der Ventrikelfigur in Abhängigkeit vom Kontraktionszustand der Herzphase vor. Perfusionsausfälle sprechen für narbige Myokardveränderungen und sind vor allem bei Gefäßstenosen IV. Grades zu finden. Stenosen III. Grades verursachen dagegen eine verminderte, nur selten eine fehlende Partikelfixation. Keine oder höchstens eine geringgradige Verminderung der Partikelfixation ist bei Stenosen I. und II. Grades zu erkennen. Die hier benutzte Einteilung der Stenosen in vier Schweregraden ist Teil der gebräuchlichen angiographischen Typeneinteilung der Koronarerkrankung, die auch den jeweiligen koronaren Versorgungstyp, Ausdehnung der Stenosierung und deren Lokalisation zum Ausdruck bringt. Bei der überwiegenden Mehrzahl von Transólantaten wird bereits angiographisch die Durchgängigkeit festgestellt, sodaß sich die Szintigraphie auf eine Perfusionsuntersuchung im engeren Sinne beschränken kann. Anders aber, wenn eine hochgradige Abflußverzögerung des Kontrastmittels aufgrund von Stenosierungen festzustellen ist. In

derartigen Fällen informiert das szintigraphische Aktivitätsverteilungsmuster über Perfusionswirksamkeit, also Erfolg oder Mißerfolg der Revaskularisation.

Im hiesigen Operationsgut waren von einer ersten Gruppe von aortokoronaren Venen-Transplantaten, die 2 - 4 Wochen nach der Operation nachkatheterisiert wurden, 25 % verschlossen (15). Von entsprechend hohen Verschlußraten berichten auch andere Arbeitsgruppen, so zum Beispiel Rentrop (14% 6 - 12 Monate nach der Operation), Sheldon (17% 2 - 4 Jahre nach der Operation) und Cooley (ca. 15% 5 Jahre nach der Operation) (23,27). Im vorliegenden Krankengut, das 77 Transplantate bei 58 Patienten umfaßt, waren 11 (=13%) hochgradig stenosiert bzw. obliteriert. Bei 6 von diesen 11 Transplantaten ließ die Szintigraphie eine mindestens geringgradige Perfusion des zugehörigen Versorgungsbereichs erkennen. Dies gibt eine wenigstens teilweise Erklärung der Tatsache, daß ein hoher Prozentsatz von Patienten mit angiographisch diagnostiziertem Bypassverschluß trotzdem postoperativ weitgehend beschwerdefrei sind (23).

Die normabweichenden Perfusionsverhältnisse bei durchgängigen Transplantaten sprechen für hämodynamisch wirksame Stenosierungen in den weiter distalen Teilen der betreffenden Koronargefäße oder, in Fällen völlig fehlender Partikelfixation, für einen definitiven Myokard-

untergang. Bei den Fällen mit szintigraphisch normalen gegenüber angiographisch normabweichenden Befunden handelte es sich teilweise um Transplantate mit Stenosierungen I. oder II. Grades, bei denen keine sicheren Partikelfixationsdefekte zu erwarten sind; in den übrigen Fällen durfte es sich um angiographisch scheinbar völlig verschlossene Transplantate mit genügender Partikeldurchlässigkeit gehandelt haben. Gerade der Anteil an diskrepanten Befunden unterstreicht die Bedeutung der komplementären szintigraphischen Untersuchung.

Bei Implantaten nach Vineberg ergaben die angiographischen Nachuntersuchungen in 65% ein offenes Mammariaimplantat mit Verbindungen zu Koronarästen (15). Zur umstrittenen Frage der Perfusionswirksamkeit der Implantation erbringt die selektive Perfusionsszintigraphie geradezu einen Beweis dafür, daß das Implantat in der Lage ist, das Myokard wenigstens teilweise zu perfundieren (31).

Die Doppelnuklidtechnik ermöglicht eine bessere Abgrenzung und Zuordnung der Kapillarbereiche und erzielt eine höhere Trefferquote bei Anastomosen und Kollateralen. Bei Doppelnukliduntersuchungen bietet die Zweifarben-Darstellung des digitalen Bearbeitungssystems (VDP-2Elscint) die Möglichkeit einer guten visuellen Abgrenzung der energetisch different dargestellten Versorgungsbereiche zweier Koronargefäße und/oder Transplantate.

Die prä- und postoperativ untersuchten Fälle weisen auf die Möglichkeit hin, den funktionellen Operationserfolg relativierend zu bewerten und die Aussagefähigkeit der Untersuchung entsprechend zu erweitern.

Die Vergleichsuntersuchungen mit ^{201}Tl -Thallium wurden im Rahmen einer größeren Studie zur metabolischen Myokardszintigraphie durchgeführt und lassen Korrelationen zwischen perfusionsszintigraphischen und assimilationsszintigraphischen Aktivitäts-Verteilungsmustern erkennen. Zwischen der Partikelfixation bei der invasiven und der Thalliumanreicherung bei der nicht-invasiven Myokarduntersuchung scheint eine erhebliche Übereinstimmung zu bestehen; bei hämodynamisch wirksamen Koronarveränderungen sind im Perfusionsszintigramm und im Thalliumszintigramm vergleichbare positive Befunde zu erwarten. Dennoch ist in der postoperativen Untersuchung die Perfusionsszintigraphie mit ihren Möglichkeiten der differenzierten und umschriebenen Untersuchung offensichtlich nicht durch Thalliumszintigraphie zu ersetzen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, daß die selektive vaskuläre Perfusionsszintigraphie des Myokards nach koronarchirurgischen Eingriffen in der Lage ist, nützliche Beiträge zur Beurteilung des funktionellen Operationserfolges zu leisten. In der Erfolgsbewertung koronarchirurgischer Behandlungsmaßnahmen erweist sich die Kombination angiographischer und szintigraphischer Untersuchungsverfahren als Vorgehen der Wahl.

G. Zusammenfassung

In 65 Einzeluntersuchungen an 63 koronarchirurgisch behandelten Patienten (77 Transplantate + 5 Implantate = 82 Operationen) wurde die Leistungsfähigkeit der direkten Myokardszintigraphie in der Erfolgsbewertung koronarchirurgischer Eingriffe beobachtet. Angewandt wurde die Technik der gezielten postoperativen Myokardperfusionsszintigraphie nach Wolf sowohl als Einzelnuklid- (49 mal) als auch als Doppelnukliduntersuchung (16 mal).

In allen Fällen war eine der jeweiligen Nuklidfüllung entsprechend befriedigende Beurteilung der postoperativen Perfusionsverhältnisse möglich. Bei 69,2 % zeigte sich eine Übereinstimmung zwischen dem angiographischen und dem szintigraphischen Befund; in den übrigen Fällen lag insofern eine Diskrepanz vor als sich bei einem angiographischen Normalbefund eine szintigraphische Perfusionsabweichung als wichtige Zusatzinformation fand, oder umgekehrt. Bei Transplantaten mit angiographisch nachgewiesenen Stenosen unterschiedlichen Grades konnten die tatsächlichen Perfusionsbedingungen ermittelt werden (bei 11 Transplantaten mit stenotischen Veränderungen 6 mal Nachweis einer Perfusionswirksamkeit, 5 mal Nachweis des definitiven Myokarduntergangs). Als besondere Zusatzaussage ergab sich der Nachweis von angiographisch bzw. ventrikulographisch nicht diagnostizierten Anastomosen oder Kollateralen in 11 und von Herzmuskelaneurysmen in 4 Fällen.

Der Nachweis einer Perfusionswirksamkeit der Operation nach Vineberg wurde in 4 von 5 Fällen erbracht.

Die Doppelnuklidtechnik erleichtert die Abgrenzung ausgewählter Versorgungsbereiche und die Erkennung anastomotischer und kollateraler Versorgungsgebiete.

Erste prä- und postoperative Untersuchungen versprechen eine entsprechende Erweiterung der Aussage im Einzelfall.

Orientierende Zusatzuntersuchungen mit 201-Thallium weisen auf Korrelationen zwischen direkten und metabolischen Myokardszintigrammen hin.

H. Summary

The diagnostical value of direct myocardial imaging for the evaluation of the success of coronary surgery was studied in 65 individual examinations in 63 patients having coronary surgical procedures (77 aortocoronary grafts + 5 indirect revascularisations = 82 operations). Single (49 times) as well as double isotope studies (16 times) were performed by the superselective technique according to Wolf for postoperative myocardial perfusion scintigraphy.

A satisfactory judgement of myocardial perfusion corresponding to the isotope fillings was possible in all cases. Coronarographic and scintigraphic findings were in agreement with each other in 69,2% of the cases; in the remaining cases there was a discrepancy in the sense that normal angiographic findings were followed by normdeviant scintigraphic results, or the other way around. Out of 11 grafts with stenotic changes of various degrees, 6 were shown to contribute to myocardial perfusion while 5 lead to the detection of fibrotic areas. Among the special additional informations obtained was the verification of anastomotic or collateral supplies in 11 cases and of cardiac aneurysms in 4 cases not previously detected by ventriculography. In 4 out of the 5 cases the operation according to Vineberg was found to be effective at least partially in terms of myocardial perfusion.

Double isotope technique facilitated a better delineation of individual capillary regions and a surer recognition of anastomotic and collateral vessels.

An initial sample of examinations before and after surgery promises to make a corresponding contribution to diagnostical information in the individual case.

A comparison of direct myocardial scintigraphy and myocardial ^{201}Tl -Thallium uptake in a few cases suggests that there are correlations between the two varieties of images.

I. Literatur

1. Ashburn, W.L., E. Braunwald, A.L. Simon u. J.H. Gault: Myocardial perfusion imaging in man using 99mTc -MAA. 8. Jahrestag. Ges. Nuklearmed., Hannover (1970)
2. Ashburn, W.L., E. Braunwald, A.L. Simon, K.L. Peterson u. J. H. Gault: Myocardial perfusion imaging with radioactive labeled particles injected directly into the coronary circulation of patients with coronary artery disease. *Circulation* 44, 851 (1971)
3. Bachmann, K. u. H. Dittrich: Aktuelle Diagnostik der Koronarerkrankung. *Münch. med. Wschr.* 114, 689 (1972)
4. Bennet, K.R., R.O. Smith, P.H. Lehan u. H.K. Hellems: Correlation of myocardial ^{42}K uptake with coronary arteriography. *Radiol.* 102, 117 (1972)
5. Burguet, W. u. G. Merchie: La scintigraphie du myocarde au ^{131}I -Cs. In: Fellinger, K. u. R. Höfer: Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung, Bd. 10. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien (1973)
6. Chandra, R., P. Braunstein, F. Streuli u. J. Hirsch: $^{134\text{m}}\text{Cs}$, a new myocardial imaging agent. *J. Nucl. Med.* 14, 243 (1973)
7. Endo, M., T. Yamazaki, S. Konno, H. Hiratsuka, T. Akimoto, T. Tanaka u. S. Sakakibara: The direct diagnosis of human myocardial ischemia using ^{131}I -MAA via the selective coronary catheter. *A. Heart J.* 80, 498 (1970)
8. Felix, R.W. Pensky, J. Wagner, P. Thurn, H.-J. Simon, A. Schaeede u. C. Winkler: Das selektive koronare Perfusionsszintigramm I. Grundlagen und normale Perfusionsverteilung. *Dtsch. med. Wschr.* 99, 2258 (1974)
9. Felix, R., W. Pensky, J. Wagner, P. Thurn, H. Simon, A. Schaeede u. C. Winkler: Das selektive koronare Perfusionsszintigramm III. Pathologische Perfusionsbedingungen im Versorgungsgebiet der linken Koronararterie. *Fortschr. Röntgenstr.* 122, 345 (1975)
10. Heeger, H., P. Kahn, E. Aldor u. E. Turnheim: Angioszintigraphie des Myokards. *Fortschr. Röntgenstr.* 117, 129 (1972)
11. Heeger, H., P. Kahn, E. Aldor u. E. Turnheim: Myokardszintigraphie bei koronarer Herzkrankheit. *Wien. Z. inn. Med.* 54, 13 (1973)
12. Heeger, H. u. P. Kahn: Szintigraphie bei Koronarerkrankungen. *Sandorama* 5 (1974)
13. Hegemann, G.: Neue Ära in der Therapie der Koronarsklerose. *Ärzt. Praxis* 26, 1733 (1970)
14. Hegemann, G. u. J. v. d. Emde: Neue Möglichkeiten zur chir-

- urgischen Therapie der Koronarsklerose. Wien.med.Wschr. 44,768 (1970)
15. Hegemann,G.: Frühergebnisse nach Coronarchirurgie. Langenbecks Arch. Chir. 332, 281 (1972)
 16. Hegemann,G. u. H.Dittrich: Chirurgie der coronaren Herz-erkrankung. Internist 13, 388 (1972)
 17. Hegemann,G.: Chirurgische Therapie der Koronarinsuffizienz. Münch. med. Wschr. 7, 213 (1973)
 18. Judkins,M.P.: Selective coronary arteriography. Radiol. 89, 815 (1967)
 19. Kahn,P.,H.Heeger u. E.Aldor: Korrelation der ^{131}Cs -Myokardszintigraphie mit Koronarangiographie, Angioszintigraphie und Myokarddurchblutung.(im Druck) 11.Jahrestag. Ges. Nuklearmed., Athen (1973)
 20. Kaltenbach,M. u. F.Spahn: Koronarographische Nomenklatur und Typologie der Koronararterien des Menschen. Z. Kardiol. 64, 193 (1975)
 21. McGeehan,J.T.,A.Rodriguez-Antunez u. R.C.Lewis: Cesium-131 photoscan. Aid in the diagnosis of myocardial infarction. J.A.M.A. 204, 585 (1968)
 22. Poe,N.D.,L.M.Leber,L.S.Graham u. N.S. Mac Donald: Evaluation of ^{43}K - and ^{129}Cs for myocardial imaging. J.Nucl. Med. 14,440 (1973)
 23. Rentrop,P.,H.Roskamm,K.Schnellbacher,E.Lönne,Ch.Hahn,M.Schmuziger u. B. Faidutti: Faktoren, die das funktionelle Ergebnis einer Aorto-coronaren Bypass-Operation bestimmen: Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch. 41, 203 (1975)
 24. Schäfer,N.,G.Ruping,M.Stauch u. W.E.Adam: Untersuchungen der Myokardperfusion mit ^{131}J -MAA. 8. Jahrestag. Ges. Nuklearmed., Hannover (1970)
 25. Schlesinger,M.J.: Relation of anatomic pattern to pathologic conditions of the coronary arteries. Arch.Path.30, 403 (1940)
 26. Sones,M. u. E.K.Shirey: Cine coronary arteriography. Mod. Conc. Cardiovasc. Dis. 31, 735 (1962)
 27. Tagungsbericht: Was ist von der Koronar-Chirurgie zu erwarten? Selecta 20, 1958 (1973); und: Welchen Operations-erfolg hat Cooley zur Zeit. Med. Tribune 51, 20 (1975)
 28. Taplin,G.V.,D.E.Johnson,E.K.Dore u. H.S.Kaplin: Lung photoscan with macroaggregates of human albumin. Hlth.Phys. 10, 1219 (1964)
 29. Wagner,H.N.,C.D.Sabiston,M.Ilo u. J.C.McAffee: Regional pulmonary blood flow in man by radioisotope scanning. J. A.M.A. 187, 601 (1964)

30. Wagner, J., R. Felix, W. Pensky, A. Wahlen, A. Schaede, P. Thurn u. C. Winkler: Das selektive koronare Perfusionsszintigramm II. Pathologische koronare Perfusionsverteilung. Dtsch. Med. Wschr. 100, 273 (1975)
31. Wolf, F., K. Bachmann u. E. Krönert: Bisherige Ergebnisse der koronarographischen Myokardszintigraphie. 9. Jahrestag. Ges. Nuklearmed., Antwerpen (1971)
32. Wolf, F., K. Bachmann, K. Schebelle, E. Krönert u. K. Gopinathan: Die direkte Myokardszintigraphie in der Erfolgsbeurteilung coronarchirurgischer Eingriffe. 13. Jahrestag. Ges. Nuklearmed., Kopenhagen (1975)

Anhang

a. Übersicht über das Untersuchungsgut: Alter der Patienten, postoperative Intervalle, angiograph. und szintigraphische Befunde und deren Vergleich, szintigraphische Zusatzinformation

N	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. OP u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. ag. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
1	A. F., ♂, 56 Jahre	Bps. r + d	70 T	Bps. r und d gut durchgängig	normale Perfusion im Bereich beider Transplantate bei Anast. v. re zu d	Übereinstimmung normal	Anastomosen
2	B. A., ♂, 53 Jahre	Bps. r + d	14 T	Bps. r und d gut durchgängig	normale Perfusion über Bps. r, hochgrad. Minderperf. im Bereich Bps. d	Diskrepanz	---
3	B. G., ♂, 57 Jahre	Bps. d	13 T	Bps. d gut durchgängig	weitgehend norm. Perfusion über Bps. d	Übereinstimmung normal	---
4	D. H., ♂, 54 Jahre	Bps. d	606 T	Bps. d gut durchgängig	kl. apikaler Perfusionsdefekt	Diskrepanz	---
5	B. P., ♂, 59 Jahre	Bps. d	19 T	Bps. d gut durchgängig	septoapikaler Perfusionsdefekt, Anastomosen nach rechts	Diskrepanz	Anastomosen
6	B. R., ♂, 39 Jahre	Bps. r	20 T	Bps. r gut durchgängig	normale Perfusion über das Transplantat	Übereinstimmung normal	---
7	C. W., ♂, 49 Jahre	Bps. d	12 T	Bps. d gut durchgängig	normale Perfusion im Bereich des Bypass	Übereinstimmung normal	---

Anhang a. -Fortsetzung-

N	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. OP u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. ag. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
8	D. P., ♀, 33 Jahre	Vbg. li	251 T	Implantat durch- gängig, aber kein sicher erk. An- schluß	mäßiggradige diff. Perfusion nahezu der ganzen Vorder- seitenwand	Diskrepanz	Anschluß d. Implantats durch Kapi- llarneubild.
9	D. R., ♂, 55 Jahre	Bps. r + d	12 T	Bps. r und d gut durchgängig	marginaler Perf.- Defekt im Ber. Bps. r, ventroapikale Minderperfusion	Diskrepanz	Aneurysma
10	E. F., ♂, 42 Jahre	Bps. r + d	167 T	Bps. r verschlos- sen, Bps. d mittel- gradig stenosiert, apikale Akinesie	keine Perf. über Bps. r, ventro- apikale Minder- perf., V.a. Aneurys.	Übereinst.	Verdacht auf Aneu- rysm
11	E. G., ♂, 53 Jahre	Bps. d	13 T	Bps. d gut durch- gängig, Akinesie der Spitze	ventroapikale Minderperfusion bei Aneurysma	Diskrepanz	Aneurysma
12	E. G., ♂, 62 Jahre	Vbg. li	307 T	Implantat durch- gängig, aber kein Anschl., Hypokinesie der Vorderw. u. Spitze	fleckig inhomogen Perf. d. Myokards außer ventroapikal	Diskrepanz	kapillarer Anschluß d. Implant.
13	F. J., ♂, 47 Jahre	Bps. r	16 T	Bps. r gut durch- gängig	normale Perfusion mittels Bps. r	Übereinst.	---
14	F. R., ♂, 43 Jahre	Bps. r + c	30 T	Bps. r und c gut durchgängig	normale Perfusion im Bereich beider Transplantate	normal Übereinst.	---

N	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. OP u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. sz. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
15	G. B., ♂, 44 Jahre	Bps. d	8 T	Bps. d gut durch- gängig	apikale Minder- perfusion	Diskrepanz	---
16	G. H., ♂, 57 Jahre	Bps. r	18 T	Bps. r gut durch- gängig, Anasto- mosen	normale Perfusion über Bps. r, Anas- tosen u. Kollat. nach links	Übereinst. normal	Kollatera- len
17	G. J., ♂, 40 Jahre	Bps. d	455 T	Bps. d gut durch- gängig, Akinesie der Spitze	normale Perfusion im Bereich des Bps. d einschließl. der Spitze	Diskrepanz	---
18	G. K., ♂, 49 Jahre	Bps. d	26 T	Bps. d gut durch- gängig	normale Perfusion im Ber. d. Bps. d	Übereinst.	---
19	G. L., ♂, 53 Jahre	Bps. d	8 T	Bps. d gut durch- gängig	normale Perfusion mittel Bps. d	normal Übereinst.	---
20	H. F., ♂, 50 Jahre	Bps. d	26 T	Bps. d gut durch- gängig, R. margin. sin. stenosierte	normale Perfusion über Bps d, Perf. Defekt im Gebiet d. R. margin. sin.	normal Übereinst. normabweich.	---
21	H. J., ♂, 40 Jahre	Vbg. li	640 T	Vbg. durchgängig mit erkennbarem Anschluß an ein Koronarast	weitg. homogene und ausgedehnte Myokardperfusion	Übereinst. normal	---

Anhang A. - Fortsetzung

N	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. Op u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. ag. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
22	H. J., ♂, 56 Jahre	Bps. r + d	130 T	Bps. r gut durch- gängig, Bps. d verschlossen	normale Perfusion mittel Bps. r, fehlende Perf. über Bps. d	Übereinst.	---
23	H. R., ♂, 27 Jahre	Bps. d + c	25 T	Bps. d und c gut durchgängig	normale Perfusion mittels Bps. d, hochgr. Minderperf. in Ber. Bps. c	normabweich	---
24	J. B., ♂, 51 Jahre	Bps. d	14 T	Bps. d gut durch- gängig	weitg. normale Perfusion über Bps. d	Übereinst.	---
25	K. F., ♂, 37 Jahre	Bps. r + d	22 T	Bps. r hochgradig stenosiert, Bps. d gut durchgängig	fehlende Perf. in Ber. Bps. r, nor- male Perfusion mittels Bps. d	normal	---
26	K. H., ♂, 41 Jahre	Bps. d	12 T	Bps. d zwischen zwei Koronarste- nosen anastomosiert	weitg. normale Perfusion im Ber. des Bps. d	Übereinst.	---
27	K. K., ♂, 37 Jahre	Bps. d + c	77 T	Bps. d und c gut durchgängig	normale Perfusion im Bereich beider Transplantate	normal	---
28	K. W., ♂, 40 Jahre	präoperativ	--	II/D/4rIVIdIIIIcIII	diffuse Minderperf. im Ber. d. re KA, apikale Minderperf., Anast., kollater.	normal	Anastomosen, Kollatera- len

N	Initialem, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. Op u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. ag. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatzinformation
29	K. W., ♂, 40 Jahre	Bps. d	15 T	Bps. d gut durchgängig	diagonale und apikale Minderperf.	Diskrepanz	---
30	L. H., ♂, 57 Jahre	Bps. d + c	35 T	Bps. d gut durchgängig, Bps. c verschlossen	weitg. normale Perf. im Bereich d. Bps. d, fehlende Perf. bei c	Übereinst.	---
31	L. J., ♂, 47 Jahre	Bps. r + d	17 T	Bps. r und d gut durchgängig	normale Perfusion über Bps. r und d, Anastomosen zum R. circumfl. sin	Übereinst.	Anastomosen
32	L. K., ♂, 44 Jahre	Bps. d	273 T	Bps. d gut durchgängig	normale Perfusion im Bereich des Bps. d	Übereinst.	---
33	L. M., ♂, 63 Jahre	Bps. d + c	15 T	Bps. d gut durchgängig, Bps. c füllt nur den posterolateralen Ast	normale Perf. über Bps. d, weitg. normale Perf. im Ber. Bps. c über Anastomosen	normal	Anastomosen
34	M. H., ♂, 39 Jahre	Vbg. II	1615 T	Implantat offen, über kein erkennbarer Anschluß an Koronargefäße	diffuse geringere Perfusion eines großen Vorderwandbezirks	Diskrepanz	Anschluß d. Implantats durch neue geb. Kapill.
35	M. J., ♂, 48 Jahre	Bps. d	14 T	Bps. d gut durchgängig	diagonale Minderperfusion	Diskrepanz	---

Anhang a. -Fortsetzung-

N	Initiation, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. OP u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. Ag. u. Sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
36	M. R., ♂, 54 Jahre	Bps. r	136 T	Bps. r gut durch- gängig	normale Perfusion im Bereich des Bps. r	Übereinst.	---
37	N. K., ♂, 68 Jahre	Bps. d	24 T	Bps. d gut durch- gängig	kleiner apikaler Perfusionsdefekt	normal Diskrepanz	---
38	O. R., ♂, 44 Jahre	Bps. d + c	17 T	Bps. d und c gut durchgängig	weitg. normale perf. im Ber. d. Bps. d, hochgrad. Hinderperf. bei c	Diskrepanz	---
39	P. G., ♂, 55 Jahre	Bps. r	22 T	Bps. r gut durch- gängig	normale Perfusion im Gebiet des Bps. r	Übereinst. normal	---
40	F. W., ♂, 49 Jahre	Bps. d	24 T	Bps. d gut durch- gängig	normale Perfusion mittels Bps. d	Übereinst. normal	---
41	R. W., ♂, 52 Jahre	Bps. d	377 T	Bps. d gut durch- gängig	normale Perfusion über Bps. d, Anastomosen nach rechts	Übereinst. normal	Anastomose
42	S. A., ♂, 56 Jahre	präoperativ	--	R/D3rIVuIIcIII	hochgr. Minderperf. im Ber. d. re KA, geringgr. Minder- perf. im Ber. li KA	Übereinst. normalabweich	---

N	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. OP u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. ag. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
43	S. A., ♂, 56 Jahre	Bps. r + c	324 T	Bps. r und c gut durchgängig	weitg. normale Perf. üb. Bps. r, normale Perfusion über Bps. c, Anast.	Über einst. normal	Anastomosen
44	S. D., ♂, 38 Jahre	Bps. r	16 T	Bps. r gut durch- gängig	weitg. normale Perfusion im Ber. d. Bps. r	Über einst. normal	---
45	S. F., ♂, 37 Jahre	Bps. d	91 T	R. interventr. ant. Distal von Anast. stenosiert	apikale Hinder- perfusion	Über einst. normal	---
46	S. G., ♂, 42 Jahre	Bps. r + d	21 T	Bps. r und d gut durchgängig	normale Perfusion im Bereich beider Transplantate	Über einst. normal	---
47	S. G., ♂, 63 Jahre	Bps. d	12 T	Bps. d gut durch- gängig, Hypokinesie der Vorderwand u. Spitze	großflächige ven- troapikale Hinder- perfusion bei Aneurysma	Über einst. normal	Aneurysma
48	S. H., ♂, 45 Jahre	Bps. r + c	16 T	Bps. r und c gut durchgängig, Anastomosen	normale Perfusion im Bereich beider Transplantate, Anastomosen	Über einst. normal	---
49	S. H., ♂, 50 Jahre	Bps. r	14 T	Bps. r gut durch- gängig	normale Perfusion im Bereich des Bps. r	Über einst. normal	---

Anhang a. -Fortsetzung-

N	Initialien, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. Op u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. ag. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
50	S. H., ♂, 51 Jahre	Bps. r	185 T	Bps. r stenosierte, verzögerter Ab- fluß	weitg. lückenlose Perfusion im Ber. des Bps. r	Diskrepanz	---
51	S. K., ♂, 55 Jahre	Bps. c	14 T	Bps. c gut durch- gängig	normale Perfusion im Bereich des Bps. c	Übereinst.	---
52	S. L., ♂, 64 Jahre	Bps. c	202 T	Bps. c gut durch- gängig	normale Perfusion im Ber. d. Bps. c, Kollateralen nach rechts	normal	Kollateralen
53	S. M., ♂, 53 Jahre	Bps. d	20 T	Bps. d gut durch- gängig	weitg. normale Perfusion über Bps. d	Übereinst.	---
54	S. R., ♂, 46 Jahre	Bps. d	14 T	Bps. d gut durch- gängig	weitg. normale Perfusion mittels Bps. d	normal	---
55	S. R., ♂, 61 Jahre	Bps. d + c	15 T	Bps. d gut durch- gängig, Bps. c hochgr. stenosiert, Anastomosen n. re.	normale Perf. im Ber. d. Bps. d, Minderperf. bei c, Anastomosen	Übereinst.	---
56	S. W., ♂, 27 Jahre	Bps. d	29 T	Bps. d gut durch- gängig	septaler Perfusi- onsdefekt	normalabweich. Diskrepanz	---

Anhang a. -Fortsetzung-

N	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. OP u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. ag. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
57	S. W., ♂, 46 Jahre	Bps. r	19 T	Bps. r gut durch- gängig, Anasto- mosen nach links	normale Perfusion im Ber. d. Bps. r, Anastomosen	übereinst. normal	---
58	V. W., ♂, 48 Jahre	Bps. r	13 T	Bps. r gut durch- gängig, Anastomosen nach links	normale Perfusion über Bps. r, Anastomosen	übereinst. normal	---
59	W. A., ♂, 50 Jahre	Bps. d	30 T	Bps. d gut durch- gängig	normale Perfusion über Bps. d, Anastomosen n. re	übereinst. normal	Anastomosen
60	W. G., ♂, 55 Jahre	Vbg. ll	213 T	Impl. durchgängig, aber kein erkenn- barer Anschluß an Koronargefäße	fleckig inhomogen Perfusion relativ großer Myokard- bezirke	Diskrepanz	Anschluß d. Implantats d. neugebild. Kapillaren
61	W. H., ♂, 54 Jahre	Bps. d	19 T	Bps. d gut durch- gängig, Anastomo- sen nach rechts	normale Perfusion im Ber. d. Bps. d, Anastomosen	übereinst. normal	---
62	W. J., ♂, 54 Jahre	Bps. d	20 T	Bps. d gut durch- gängig	apikale Minder- perfusion	Diskrepanz	---
63	W. P., ♂, 44 Jahre	Bps. d + c	155 T	Bps. d verschloßen, Bps. c gut durchg., Anast., kollater.	fehlende Perfusion über Bps. d, norm. Perf. bei c, Anast., kollateralen	übereinst. normalabweich.	---

Anhang A. -Fortsetzung-

N	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art d. op. Eingriffs	Intervall zw. OP u. Szintigr.	Angiogr. Befund	Szintigr. Befund	Vergleich zw. ag. u. sz. Befund	Besondere sz. Zusatz- information
64	Z. A., ♂, 53 Jahre	Bps. r + d	20 T	Bps. r und d gut durchgängig	weitg. normale Perf. im Ber. Bps. r, normale Perf. bei d, Anastom.	Übereinst. normal	Anastomosen
65	Z. H., ♂, 43 Jahre	Bps. r	589 T	Bps. r hochgradig stenosiert	diffuse Minder- perfusion im Ber. des Bps. r	Übereinst. normal	---

Die im Anhang verwendeten Abkürzungen

KA = Koronararterie

r = rechte KA

l = linke KA

d = R. interventr. (desc.) anterior

c = R. circumfl. sin.

Bps. = aortokoronarer Venen-Bypass

Vbg. = A.-mammaria-int.-Implantation n: Vineberg

z.B.: Bps. r = Bypass zur rechten KA

z.B.: Vbg. li = Implantation nach Vineberg links

Anhang b. Doppel nukliduntersuchungen: Nuklidfüllungen, Befunde, besondere Zusatzinformationen

n	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Angiogr. u. ventrikulo- gr. Befunde	Nuklide	Szintigraphischer Befund	Besondere Zusatz- informati- onen
1	A. F., ♂, 56 Jahre	Bps. r und d gut durch- gängig, diaphragmale Hypokinesie	¹³¹ J-MAA Bps.d, ^{99m} Tc-Mikrosph. Bps.r	normale Perfusion im Versor- gungsbereich des Bps.d, nor- male Perf. im Bereich des Bps.r	gute Ab- grenzbar- keit der Bereiche
2	B. H., ♂, 54 Jahre	Bps. d gut durchgängig, ventrikulographisch o.B.	¹³¹ J-MAA Bps.d, ^{99m} Tc-Mikrosph. re KA	kleiner apikaler Perfusions- defekt, normale Perfusion im Gebiet der re KA	gute Ab- grenzbar- keit der Bereiche
3	H. J., ♂, 56 Jahre	Bps. r gut durchgängig, Bps. d verschlossen, ventrikulogr. o.B.	¹³¹ J-MAA Bps.d, ^{99m} Tc-Mikrosph. Bps.r	fehlende Partikelfixation im Bereich des Bps.d, normale Perfusion im Gebiet des Bps. r	---
4	J. B., ♂, 51 Jahre	Bps. d gut durchgängig, ventrikulogr. o.B.	¹³¹ J-MAA Bps.d, ^{99m} Tc-Mikrosph. re KA	normale Perfusion im Bereich des Bps.d und im Bereich der re KA	gute Ab- grenzbar- keit der Bereiche
5	K. K., ♂, 37 Jahre	Bps. d und c gut durch- gängig, ventrikulogr. o.B.	¹³¹ J-MAA li KA, ^{99m} Tc-Mikrosph. Bps.d+c	normale Perfusion im Bereich beider Transplantate, weitg. normale Jodraffung im Gebiet der li KA	weitgehend lickenlose Myokard- perfusion
6	K. W., ♂, 40 Jahre	R/D4rIVIdiYicIII, ventrikulogr. o.B. präoperativ!	¹³¹ J-MAA li KA, ^{99m} Tc-Mikrosph. re KA	apikaler Raffungsdefekt, hoch- gradige diffuse Minderperf. im Versorgungsbereich der re KA, Anastomosen, Kollateralen	Anastomosen und Kolla- teralen
7	L. M., ♂, 63 Jahre	Bps. d gut durchgängig, Bps. c stenotisiert und füllt nur den postero- lateralen Ast	¹³¹ J-MAA Bps.d, ^{99m} Tc-Mikrosph. Bps.o	normale Perfusion im Bereich des Bps.d, weitg. normale Perfusion im Bereich des Bps. c über Anastomosen	Anastomosen

8	M. H., ♂, 39 Jahre	Implantat offen, aber kein erkennbarer koronarer Anschluß, re KA, o.B.	131J-MAA Vbg. 11, 99mTc-Mikrosph. re KA	diffuse Partikelfixation in einem größeren Bezirk, norm. Perf. re bei ausgeprägter Re.-Typ	Myokardperf. mittels Impl. Techoversorg.
9	P. W., ♂, 49 Jahre	Bps. d gut durchgängig, re KA geringgr. stenosi- ert	131J-MAA Bps. d, 99mTc-Mikrosph. re KA	normale Perf. im Bereich des Bps. d, weitgehend normale Perfusion im Versorgungsber. der re KA	gute Ab- grenzbark. der Ber.
10	R. W., ♂, 52 Jahre	Bps. d gut durchgängig, ventrikulogr. o.B.	131J-MAA 11 KA, 99mTc-Mikrosph. Bps. d	normale Perfusion über Bps. d, weitg. normale Perf. im Ver- sorgungsbereich der 11 KA, lückenlose Perf. 11, Anastomosen	lückenlose Perf. links, Anastomosen
11	S. A., ♂, 56 Jahre	R/D3rIVAIIIOIII, ventrikulogr. o.B.	131J-MAA 11 KA, 99mTc-Mikrosph. re KA	geringgr. Minderperfusion im Versorgungsbereich der 11 KA, hochgr. Minderperfusion im Bereich der re KA	gute Ab- grenzbark. der Versor- gungsber.
12	S. L., ♂, 64 Jahre	Bps. c frei durchgängig, Kollateralen u. Anast., ventrikulogr. o.B.	131J-MAA 11 KA, 99mTc-Mikrosph. Bps. c	weitg. normale Perf. im Ver- sorgungsbereich des Transpl., apikaler Nahtungsdefekt, Mit- versorgung eines Hinterwandbez.	Kollatera- len nach rechts
13	S. M., ♂, 53 Jahre	Bps. d gut durchgängig, re KA gering stenosiert, ventrikulogr. o.B.	131J-MAA Bps. d, 99mTc-Mikrosph. re KA	weitg. normale Perfusion über den Bps. d, lückenlose Perf. im Bereich der re KA	gute Ab- grenzbark. der Bereiche
14	S. R., ♂, 46 Jahre	Bps. d gut durchgängig, ventrikulogr. o.B.	131J-MAA 11 KA, 99mTc-Mikrosph. Bps. d	weitgehend normale Perfusion mittels Bps. d, weitg. norm. Perf. im übrigen Bereich der 11 KA	weitgehend lückenlose Perf. links
15	S. R., ♂, 61 Jahre	Bps. d und c gut durch- gängig, re KA unauff., ventrikulogr. eingeschränkt, ränkte Ventrikelfunktion	131J-MAA Bps. d+c, 99mTc-Mikrosph. re + 11 KA	normale Perf. über Bps. d, diff. Minderperf. bei c, diffuse Minderperfusion im Bereich der re KA, Anastomosen n. re	Anastomosen. schrife Ab- grenzung
16	W. H., ♂, 54 Jahre	Bps. d gut durchgängig, ventrikulogr. o.B.	131J-MAA 11 KA, 99mTc-Mikrosph. Bps. d	normale Perfusion im Versor- gungsbereich des Transplan- tats und im übrigen Bereich der 11 KA, Anastomosen	lückenlose Perf. links, Anastomosen

Anhang c. Prä- und postoperative Untersuchungen: Befunde und deren Vergleich

n	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Präoperative angiogr., ventrikulogr. und szin- tigraphische Befunde	Art des chirurg. Eingriffs	Postoperative angiograph., ventrikulograph. und szin- tigraphische Befunde	Vergleich der szgr. Befunde
1	K. W., ♂, 40 Jahre	R/D4rIVIdIIICII Ventrikulogr. o.B. Sz.: diff. Minderperf. rechts. apikaler Defekt	Bps. d	Angiogr. Bps. d gut durch- gängig, Vg. o.B Sz.: diff. Minderperf. re., diagon. u. apikale, Minderperf.	verbesserte Perfusion im Bereich des Bypass
2	S. A., ♂, 56 Jahre	R/D3rIVdIIICII, Vg.o.B. Sz.: hochgr. Minderperf. im Bereich d. reKA, diff. Minderperf. im Ber. d. li KA	Bps. r + d	Ag. Bps. r und d gut durch- gängig, Vg. diaphr. Hypokin., Sz.: normale Perfusion im Versorgungsber. bd. Transplant.	Perfusions- besserung im Ber. bd. Transplant.

Abkürzungen

R = Rechtsversorgungstyp
D = diffuse Stenosierung
r = rechte Koronararterie
l = linke Koronararterie (Hauptstamm)
d = R. interventr. (desc.) ant.
c = R. circumfl. sin.

(koronarer Versorgungstyp)
(Art der Stenosierung)

I; II, III, IV = Grad der Stenosierung
Bps. = aortokoronarer Venen-Bypass
z.B. Bps. r = Bypass zur re KA

Anhang d. Vergleichsuntersuchungen mit 201-Thalliumchlorid; Befunde und deren Vergleich mit Perf.

n	Initialen, Geschlecht, Alter d. Pat.	Art des op. Eingriffs	Perfusionszintiographische Befunde	Assimilationszintiographische Befunde	Vergleich der zwei Arten von Befunden
1	B. G., ♂, 57 Jahre	Bps. d	geringer Minderperf. im zugehörigen Kapillargebiet des R. diagonalis bei normaler Perf. im Bereich des Bypass	Minderauffung vom Thallium in den ventrolateralen Bezirken der Myokardwand	gute Übereinstimmung
2	O. R., ♂, 44 Jahre	Bps. d + c	normale Perfusion im Versorgungsgebiet des Bps. d, Minderperfusion im Bereich des Bps. c	Thalliumminderraffung in d. dorsolateralen P. rtien der Myokardwand	gute Übereinstimmung
3	S. F., ♂, 37 Jahre	Bps. d	hochgradige apikale Minderperfusion bei weitgt. normaler Perfusion im restlichen Bereich des Bps. d	apikaler Thalliumraffungsdefekt bei sonst guter Assimilation	weitgehende Übereinstimmung
4	S. K., ♂, 55 Jahre	Bps. d	normale Perfusion im Versorgungsgebiet der re KA	apikaler Thalliumraffungsdefekt	kein sicherer Vergleich möglich
5	W. J., ♂, 54 Jahre	Bps. d	mäßiggradige apikale Minderperfusion bei weitgehend normaler Perf. im übrigen Versorgungsbereich d. Bps. d	weitgehend normale Assimilation vom Thalliumchlorid im ganzen Myokard	Diskrepanz

Abkürzungen wie bei Anhang a, b, c.

Für meine Einführung in die Nuklearmedizin und die Anregung zur wissenschaftlichen Arbeit auf dem Gebiet der nuklearmedizinischen Kardiologie habe ich Herrn Prof. Dr. F. Wolf zu danken. Ohne die wertvolle Zusammenarbeit mit der Erlanger Arbeitsgruppe der Kardiologen, besonders Herrn Dr. K. Schebelle, und der Koronarchirurgen um Herrn Prof. Hegemann wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Lebenslauf:

Kollappallil Velayudhan Gobinathan

Geboren am 12.04.1935 in South Aryad/Allenney in Indien. Dortselbst Besuch des human. Gymn. S.D.V.High School mit Erreichen der Hochschulreife 1953. Studium der Naturwissenschaften an der indischen Universität Travancore mit Erwerb des 'kleinen' Biologie-Diplom. Aneignung deutscher Sprachkenntnisse in Wien. Freie schriftstellerische und journalistische Tätigkeit; auch Übersetzungen deutscher Texte ins Indische. Studium der Medizin an der Universität Erlangen-Nürnberg mit Bestehen der ärztlichen Prüfung 1973. Medizinalassistent am Stadtkrankenhaus Selb und am Institut und Poliklinik für Nuklearmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg; Bescheinigung zur Erteilung der Approbation 1974. Von Nov. 74 bis Ende 75 Assistenzarzt am Institut und Poliklinik für Nuklearmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg.

Copie - Center 2000
852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30